

DRIVE POWER OUTPUT APPARATUS

Patent Number: JP2002027779

Publication date: 2002-01-25

Inventor(s): SASAKI SHOICHI; SHIYAMOTO SUMIKAZU; KOMATSU MASAYUKI; MORIYA KAZUNARI; OTANI HIROKI; INAGUMA YUKIO

Applicant(s): TOYOTA MOTOR CORP.; TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC

Requested Patent: JP2002027779

Application Number: JP20000199793 20000630

Priority Number (s):

IPC Classification: H02P6/08; H02M7/48; H02P7/00

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To output torque from a motor and to reduce torque ripples even when one phase of the motor or an inverter circuit becomes abnormal.

SOLUTION: Since the potential of the neutral point of the motor is fixed by a second DC power source, even when one phase of the motor or inverter circuit becomes abnormal, in a drive power output apparatus fitted with a first DC power source 30 to be connected to the positive electrode bus-bar 26 and the negative electrode bus-bar 28 of the inverter circuit 24, and a second DC power source 32 to be connected to the negative-electrode bus-bar and the neutral point of the motor. It is possible to obtain motor torque by causing current to flow in each of the other normal phases. When the motor is one to be driven on a three-phase AC, it is possible to prevent its torque ripples by making the phase angle differences between phase currents sixty degrees. Since the motor torque reduces to about sixty percent of its normal-time value, the gap between a torque command T^* and the motor torque caused by the abnormality of the one phase can be reduced by correcting the command T^* .

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Art the present invention is based on is described.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-27779

(P2002-27779A)

(43)公開日 平成14年1月25日 (2002.1.25)

(51)Int.Cl.
H 02 P 6/08
H 02 M 7/48
H 02 P 7/00

識別記号
F I
H 02 M 7/48
H 02 P 7/00
6/02

E 5 H 0 0 7
M 5 H 5 6 0
U 5 H 5 7 0

3 7 1 A

テ-マコト*(参考)

(21)出願番号 特願2000-199793(P2000-199793)
(22)出願日 平成12年6月30日(2000.6.30)

(71)出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(71)出願人 000003609
株式会社豊田中央研究所
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1
(72)発明者 佐々木 正一
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内
(74)代理人 100075258
弁理士 吉田 研二 (外2名)

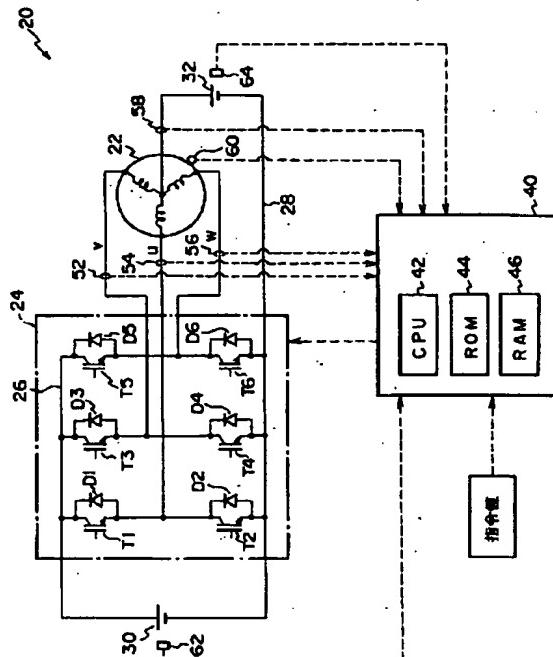
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 動力出力装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 電動機またはインバータ回路の一相に異常が生じたときでも電動機からトルクを出力すると共にトルク脈動を低減する。

【解決手段】 インバータ回路24の正極母線26と負極母線28とを接続する第1直流電源30と負極母線とモータの中性点とを接続する第2直流電源32とを備える動力出力装置では、モータやインバータ回路の一相に異常が生じたときでも、モータの中性点の電位が第2直流電源により固定されているから、正常な各相に電流を流すことによりモータトルクを得ることができる。三相交流で駆動するモータの場合、相電流の位相角差を60度とすることによりトルク脈動が生じないようにすることができます。モータトルクは、正常時の6割程度になるから、トルク指令値T*を修正することにより、一相の異常に基づくトルク指令値T*とモータトルクとのギャップを小さくすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 多相交流により回転駆動する電動機と、複数のスイッチング素子のスイッチング操作により多相交流電力を前記電動機に供給可能なインバータ回路と、前記インバータ回路の正極母線と負極母線とに接続された第1の電源と、

前記インバータ回路の正極母線および負極母線のうちのいずれか一方の母線と前記電動機の中性点とに接続された第2の電源と、

前記電動機または前記インバータ回路の一相に異常が生じたとき、該異常が生じた一相を除く正常な各相により回転磁界が生じるよう前記インバータ回路の前記複数のスイッチング素子をスイッチング制御する異常時制御手段とを備える動力出力装置。

【請求項2】 前記第1の電源は、前記第2の電源からの電力を用いて充電される充放電可能な蓄電手段である請求項1記載の動力出力装置。

【請求項3】 多相交流により回転駆動する電動機と、複数のスイッチング素子のスイッチング操作により多相交流電力を前記電動機に供給可能なインバータ回路と、前記インバータ回路の正極母線と前記電動機の中性点とに接続された第1の電源と、

前記インバータ回路の負極母線と前記電動機の中性点とに接続された第2の電源と、

前記電動機または前記インバータ回路の一相に異常が生じたとき、該異常が生じた一相を除く正常な各相により回転磁界が生じるよう前記インバータ回路の前記複数のスイッチング素子をスイッチング制御する異常時制御手段とを備える動力出力装置。

【請求項4】 前記第1の電源は、前記第2の電源からの電力を用いて充電される充放電可能な蓄電手段である請求項3記載の動力出力装置。

【請求項5】 前記第2の電源は、前記第1の電源からの電力を用いて充電される充放電可能な蓄電手段である請求項3記載の動力出力装置。

【請求項6】 前記インバータ回路の正極母線と負極母線とに接続された充放電可能な母線間蓄電手段を備える請求項3ないし5いずれか記載の動力出力装置。

【請求項7】 前記異常時制御手段は、前記正常な各相に対称多相の電流を流すよう制御する手段である請求項1ないし6いずれか記載の動力出力装置。

【請求項8】 前記異常時制御手段は、前記電動機に生じるトルク脈動が小さくなるよう前記正常な各相の位相と振幅を制御する手段である請求項1ないし6いずれか記載の動力出力装置。

【請求項9】 前記異常時制御手段は、180度を前記電動機の相数で割った角度を中心とする所定範囲内の角度を位相差とする電流が前記正常な各相に流れよう制御する手段である請求項1ないし6いずれか記載の動力出力装置。

【請求項10】 請求項1ないし9いずれか記載の動力出力装置であって、

前記電動機は、動力の入力により発電可能な発電電動機であり、

前記第1の電源および/または前記第2の電源は、充放電可能な電源であり、

前記電動機を発電機として駆動すると共に該電動機により発電された電力を前記第1の電源および/または前記第2の電源に充電するよう前記インバータ回路の前記複数のスイッチング素子のスイッチングを制御する充電制御手段を備える動力出力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、動力出力装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種の動力出力装置としては、電動機に三相交流を供給可能な二つのインバータ回路を備えるものが提案されている（例えば、特開平6-98410号公報など）。この装置では、一方のインバータ回路に故障が生じたときには、他方のインバータ回路を用いて電動機を駆動できるようにしている。

【0003】 また、電動機に三相交流を印加するインバータ回路の正極母線と負極母線とに接続されたコンデンサとインバータ回路の正極母線または負極母線と電動機の中性点とに接続された直流電源とを備えるものが提案されている（例えば、特開平10-337047号公報や特開平11-178114号公報など）。この装置では、電動機の各相のコイルとインバータの各相のスイッチング素子とからなる回路を直流電源の電圧を昇圧してコンデンサに電荷を蓄える昇圧チョッパ回路と共にこの蓄電されたコンデンサを直流電源とみなして電動機を駆動する。電動機の駆動制御とコンデンサへの蓄電制御は、電動機に三相交流を印加する際になされるインバータ回路のスイッチング素子のスイッチング動作によって同時に行なっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前者の二つのインバータ回路を備える動力出力装置では、電動機の一相に異常が生じたときには、電動機を駆動することができない。また、二つのインバータ回路を備えるから、装置が大型化すると共に高コスト化する。

【0005】 後者のインバータ回路の正極母線と負極母線とに接続されたコンデンサを直流電源とみなして電動機を駆動する装置では、電動機またはインバータ回路の一相に異常が生じたときには、電動機を駆動することができない。

【0006】 本発明の動力出力装置は、電動機またはインバータ回路の一相に異常が生じたときでも電動機からトルクを得ることを目的の一つとする。また、本発明の

動力出力装置は、電動機またはインバータ回路の一相に異常が生じたときに出力される電動機からのトルクの脈動を低減することを目的の一つとする。

【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の動力出力装置は、上述の目的の少なくとも一部を達成するために以下の手段を探った。

【0008】本発明の第1の動力出力装置は、多相交流により回転駆動する電動機と、複数のスイッチング素子のスイッチング操作により多相交流電力を前記電動機に供給可能なインバータ回路と、前記インバータ回路の正極母線と負極母線とに接続された第1の電源と、前記インバータ回路の正極母線および負極母線のうちのいずれか一方の母線と前記電動機の中性点とに接続された第2の電源と、前記電動機または前記インバータ回路の一相に異常が生じたとき、該異常が生じた一相を除く正常な各相により回転磁界が生じるよう前記インバータ回路の前記複数のスイッチング素子をスイッチング制御する異常時制御手段とを備えることを要旨とする。

【0009】この本発明の第1の動力出力装置では、インバータ回路の正極母線と負極母線とに接続された第1の電源とインバータ回路の正極母線および負極母線のうちのいずれか一方の母線と電動機の中性点とに接続された第2の電源との二つの電源を備えることにより、電動機またはインバータ回路の一相に異常が生じても、インバータ回路のスイッチング素子をスイッチング制御することによって異常が生じた一相を除く正常な各相に所望の波形の電流を流すことができる。したがって、電動機またはインバータ回路の一相に異常が生じたときに、異常時制御手段により、異常が生じた一相を除く正常な各相に回転磁界が生じるようインバータ回路の複数のスイッチング素子をスイッチング制御することにより、電動機からトルクを出力させることができる。異常時制御手段による制御としては、前記正常な各相に對称多相の電流を流すよう行なうものとすることもできるし、前記電動機に生じるトルク脈動が小さくなるよう前記正常な各相の位相と振幅を調節するものとすることもできる。また、180度を前記電動機の相数で割った角度を中心とする所定範囲内の角度を位相差とする電流が前記正常な各相に流れるよう行なうものとすることもできる。これらの制御を行なうことにより、電動機のトルク脈動を低減したり、電動機から出力されるトルクを調節することができる。

【0010】こうした本発明の第1の動力出力装置において、前記第1の電源は、前記第2の電源からの電力を用いて充電される充放電可能な蓄電手段であるものとすることもできる。

【0011】本発明の第2の動力出力装置は、多相交流により回転駆動する電動機と、複数のスイッチング素子のスイッチング操作により多相交流電力を前記電動機に

供給可能なインバータ回路と、前記インバータ回路の正極母線と前記電動機の中性点とに接続された第1の電源と、前記インバータ回路の負極母線と前記電動機の中性点とに接続された第2の電源と、前記電動機または前記インバータ回路の一相に異常が生じたとき、該異常が生じた一相を除く正常な各相により回転磁界が生じるよう前記インバータ回路の前記複数のスイッチング素子をスイッチング制御する異常時制御手段とを備えることを要旨とする。

【0012】本発明の第2の動力出力装置では、インバータ回路の正極母線と電動機の中性点とに接続された第1の電源とインバータ回路の負極母線と電動機の中性点とに接続された第2の電源との二つの電源を備えることにより、電動機またはインバータ回路の一相に異常が生じても、インバータ回路のスイッチング素子をスイッチング制御することによって異常が生じた一相を除く正常な各相に所望の波形の電流を流すことができる。したがって、電動機またはインバータ回路の一相に異常が生じたときに、異常時制御手段により、異常が生じた一相を除く正常な各相に回転磁界が生じるようインバータ回路の複数のスイッチング素子をスイッチング制御することにより、電動機からトルクを出力させることができる。異常時制御手段による制御としては、前記正常な各相に對称多相の電流を流すよう行なうものとすることもできるし、前記電動機に生じるトルク脈動が小さくなるよう前記正常な各相の位相と振幅を調節するものとすることもできる。また、180度を前記電動機の相数で割った角度を中心とする所定範囲内の角度を位相差とする電流が前記正常な各相に流れるよう行なうものとすることもできる。これらの制御を行なうことにより、電動機のトルク脈動を低減したり、電動機から出力されるトルクを調節することができる。

【0013】こうした本発明の第2の動力出力装置において、前記第1の電源は前記第2の電源からの電力を用いて充電される充放電可能な蓄電手段であるものとしたり、前記第2の電源は前記第1の電源からの電力を用いて充電される充放電可能な蓄電手段であるものとすることもできる。

【0014】また、本発明の第2の動力出力装置において、前記インバータ回路の正極母線と負極母線とに接続された充放電可能な母線間蓄電手段を備えるものとすることもできる。

【0015】こうした本発明の第1または第2の動力出力装置において、前記電動機は動力の入力により発電可能な発電電動機であり、前記第1の電源および／または前記第2の電源は充放電可能な電源であり、前記電動機を発電機として駆動すると共に該電動機により発電された電力を前記第1の電源および／または前記第2の電源に充電するよう前記インバータ回路の前記複数のスイッチング素子のスイッチングを制御する充電制御手段を備

えるものとすることもできる。

【0016】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例を用いて説明する。図1は、本発明の一実施例である動力出力装置20の構成の概略を示す構成図である。実施例の動力出力装置20は、図示するように、三相交流により回転駆動するモータ22と、直流電力を三相交流電力に変換してモータ22に供給可能なインバータ回路24と、インバータ回路24の正極母線26と負極母線28とに接続された第1直流電源30と、インバータ回路24の負極母線28とモータ22の中性点とに接続された第2直流電源32と、装置全体をコントロールする電子制御ユニット40とを備える。

【0017】モータ22は、例えば外表面に永久磁石が貼り付けられたロータと三相コイルが巻きされたステータとから構成される発電可能な同期発電電動機として構成されている。モータ22の回転軸は実施例の動力出力装置20の出力軸となっており、この回転軸から動力が输出される。なお、実施例のモータ22は発電電動機として構成されているから、モータ22の回転軸に動力を入力すれば、モータ22により発電できるようになっている。

【0018】インバータ回路24は、6個のトランジスタT1～T6と6個のダイオードD1～D6により構成されている。6個のトランジスタT1～T6は、それぞれ正極母線26と負極母線28とに対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点にモータ22の三相コイル(uvw)の各々が接続されている。したがって、正極母線26と負極母線28とに電圧が作用している状態で対をなすトランジスタT1～T6のオン時間の割合を制御すれば、モータ22の三相コイルにより回転磁界を形成し、モータ22を回転駆動することができる。

【0019】第1直流電源30と第2直流電源32は、例えばニッケル水素系やリチウムイオン系の二次電池として構成されており、第1直流電源30の端子間電圧V1が第2直流電源32の端子間電圧V2の約2倍となるように調整されている。

【0020】電子制御ユニット40は、CPU42を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、処理プログラムを記憶したROM44と、一時的にデータを記憶するRAM46と、入出力ポート(図示せず)とを備える。この電子制御ユニット40には、モータ22の三相コイルのuvwの各相に取り付けられた電流センサ52～56からの各相の電流やモータ22の中性点に取り付けられた電流センサ58からの中性点電流、モータ22の回転軸に取り付けられた回転角センサ60からのモータ22の回転子の回転角、第1直流電源30に取り付けられた電圧センサ62からの第1直流電源30の端子間電圧V1、第2直流電源32に取り付けられた電

圧センサ64からの第2直流電源32の端子間電圧V2、モータ22の動作に関する指令値などが入力ポートを介して入力されている。また、電子制御ユニット40からは、インバータ回路24のトランジスタT1～T6のスイッチング制御を行なうための制御信号などが出力ポートを介して出力されている。

【0021】次に、こうして構成された実施例の動力出力装置20の動作、特にモータ22の一相やインバータ回路24の一相に異常が生じたときの動作について説明する。いま、モータ22のw相かインバータ回路24のw相に異常が生じ、モータ22のw相に電流を流すことができない状態を考える。この状態でも、実施例の動力出力装置20では、モータ22の中性点の電位が第2直流電源32により固定されているから、異常の生じていないu相およびv相へ電流を流すことができると共にその電流を独立して制御することができる。

【0022】w相に異常が生じている状態でu相とv相に正常時の平衡三相運転と同様の電流、即ち相電流の位相角差が120度の電流を流すと、u相とv相から流入した電流は中性点に流出するから、中性点電流は正常時のw相と同様の電流となる。このとき、u相とv相とに発生するトルクは正常時と同じであるが、w相には電流によるトルクは生じないから、その分トルクが減少し、全体として正常時の2/3のトルクとなる。u相とv相に生じるトルクは正弦波形であり、w相にはトルクは生じないから、モータトルクにはトルクリップルが生じる。しかしトルクリップルはモータトルク一相分に相当するから、モータ22のトルクは常に正の値となり、モータ22からトルクを連続して出力することができる。

30 もとより、相電流の大きさを制御することによりモータ22のトルクを制御することができる。

【0023】図2は、w相に異常が生じているときにu相とv相に流す電流の位相角差に対するモータ22の中性点電流やモータ22の平均トルク、トルクリップルを例示する説明図である。図中、曲線Aは相電流の位相角差とモータ22の中性点に流れる電流のピーク値との関係を示し、曲線Bは相電流の位相角差とモータ22の平均トルクとの関係を示し、曲線Cは相電流の位相角差とモータ22のトルクリップルとの関係を示す。なお、曲線Aの中性点電流のピーク値はw相に異常が生じていない状態で平衡三相運転したときの相電流のピーク値に対する比で示されており、曲線B、Cの平均トルクとトルクリップルは平衡三相運転時のトルクとの比で示されている。図から解るように、モータ22の平均トルクは、相電流の位相角差が平衡三相運転時の120度から小さくなるほど小さくなる。一方、トルクリップルは、相電流の位相角差が60度のときに値0となり、位相角差が60度から大きくなるほど或いは小さくなるほど大きくなる。したがって、相電流の位相角差が60度となるようu相とv相の電流を制御すれば、トルクリップルのな

いトルクを得ることができる。図3にw相に異常が生じている際に相電流の位相角差を60度としたときのu相電流とv相電流と中性点電流の時間経過に伴う波形を示し、図4にw相に異常が生じている際に相電流の位相角差を60度としたときのu相トルクとv相トルクとモータトルクの時間経過に伴う波形を示す。図4から解るように、w相に異常が生じたときに相電流の位相角差を60度にして相電流を流すことにより、正常時のトルクの6割程度でトルクリップルを生じないモータトルクを得ることができる。この場合でも、相電流の大きさを制御することによりモータトルクの大きさを制御することができる。上述の説明ではw相に異常が生じた場合について説明したが、u相やv相に異常が生じた場合も同様である。

【0024】図5は、モータ22の三相コイルまたはインバータ回路24のいずれかの相に異常が生じたときに電子制御ユニット40により実行される異常時トルク制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、モータ22の三相コイルのいずれかの相またはインバータ回路24のいずれかの相に異常が生じ、その相に電流を流すことができない状態のときに実行される。なお、この状態は、例えば電流センサ52～56により検出される各相の電流に基づいて検出することができる。

【0025】異常時トルク制御ルーチンが実行されると、電子制御ユニット40のCPU42は、まず、トルク指令値T*を読み込む処理を実行する(ステップS100)。このトルク指令値T*は、動力出力装置として実施例の動力出力装置20を適用する車両や船舶、航空機、機器における要求出力に基づいて電子制御ユニット40の入力ポートに入力される。トルク指令値T*を入力すると、入力したトルク指令値T*に係数kを乗じてトルク指令値T*を修正する(ステップS102)。図4を用いて説明したように一相に異常が生じているときのモータトルクは正常時の6割程度であるから、入力したトルク指令値T*に相当するトルクを出力するためには、入力したトルク指令値T*の1.67倍程度のトルク指令値T*を用いて電流制御を行なえばよい。トルク指令値T*の修正に用いる係数kは、一相の異常に基づくトルク指令値T*とモータトルクとのギャップを小さくするために用いられ、前述したように、トルク指令値T*に相当するモータトルクにする場合には、係数kとして1.67が用いられる。なお、一相に異常が生じている際に正常時と同様にトルク指令値T*に相当するモータトルクを期待しない場合には、係数kにはこの1.67より小さな値が設定される。この係数kの値は、実施例の動力出力装置20を適用する車両や船舶、航空機、その他の機器の仕様に基づいて定めればよい。

【0026】続いて、相電流の位相角差を60度に設定し(ステップS104)、修正したトルク指令値T*と

設定した相電流位相差に基づいてインバータ回路24のトランジスタT1～T6のスイッチング制御し(ステップS106)、本ルーチンを終了する。

【0027】以上説明した実施例の動力出力装置20によれば、モータ22の三相コイルまたはインバータ回路24のいずれかの相に異常が生じたときでも、モータ22から連続したトルクを出力することができる。しかも、相電流の位相角差を60度とすることにより、トルクリップルを生じさせないようにすることができる。もとより、相電流の大きさを制御することによりモータトルクの大きさを制御することができる。また、トルク指令値T*を修正して用いるから、一相の異常に基づくトルク指令値T*とモータトルクとのギャップを小さくすることができる。

【0028】実施例の動力出力装置20では、トルクリップルを生じさせないために相電流の位相角差を60度としたが、若干のトルクリップルを許容する装置に適用される場合には、相電流の位相角差を60度を含む許容範囲内としてもよい。この場合、図2から解るように、相電流の位相角差を60度より大きくすることによりモータ22の平均トルクを大きくすることができる。なお、相電流の位相角差の許容範囲は、実施例の動力出力装置20を適用する装置などの仕様により定められるものである。また、大きなトルクリップルをも許容する装置に適用する場合には、相電流の位相角差は如何なる角度であっても差し支えない。

【0029】実施例の動力出力装置20では、インバータ回路24の負極母線28とモータ22の中性点とを接続するよう第2直流電源32を取り付けたが、インバータ回路24の正極母線26とモータ22の中性点とを接続するよう第2直流電源32を取り付けるものとしてもよい。この場合でもモータ22の中性点の電位を固定することができるから、実施例の動力出力装置20と同様に動作させることができる。

【0030】実施例の動力出力装置20では、インバータ回路24の正極母線26と負極母線28とを接続する第1直流電源30を備える構成としたが、正極母線26と負極母線28とを第1直流電源30と並列に接続する平滑用のコンデンサを備えるものとしてもよい。

【0031】実施例の動力出力装置20では、インバータ回路24の正極母線26と負極母線28とを接続する第1直流電源30を備えるものとしたが、図6の変形例の動力出力装置20Bに示すように、第1直流電源30に代えてコンデンサ30Bを備えるものとしてもよい。図7は、モータ22の三相コイルのu相に着目した変形例の動力出力装置20Bの回路図である。いま、インバータ回路24のu相のトランジスタT2をオンとした状態を考えると、この状態では、図中破線矢印で示す短絡回路が形成され、モータ22の三相コイルのu相はリアクトルとして機能する。この状態からトランジスタT2

をオフすると、リアクトルとして機能している三相コイルのu相に蓄えられたエネルギーは、図中実線矢印で示す充電回路によりコンデンサ30Bに蓄えられる。その際の電圧は、第2直流電源32の供給電圧より高くすることができます。一方、この回路でコンデンサ30Bの電位を用いて第2直流電源32を充電することもできる。したがって、この回路は、第2直流電源32のエネルギーをコンデンサ30Bに昇圧して蓄えると共にコンデンサ30Bの電位を用いて第2直流電源32を充電可能な昇降圧チョッパ回路とみなすことができる。モータ22の三相コイルのvw相も、u相と同様に昇降圧チョッパ回路とみなすことができるから、トランジスタT2, T4, T6をオンオフすることによりコンデンサ30Bを充電したり、コンデンサ30Bの電位を用いて第2直流電源32を充電することができる。

【0032】こうした充電によりコンデンサ30Bの端子間には電位差が生じるが、その電位差はコンデンサ30Bに蓄えられる電荷の量、即ちリアクトルに流す電流を調節することにより制御することができる。したがって、コンデンサ30Bの端子間電圧Vcを第2直流電源32の電圧V2の2倍にすることもできる。このように、コンデンサ30Bの端子間電圧Vcを第2直流電源32の電圧V2の2倍にすれば、図6に例示する変形例の動力出力装置20Bでは、正極母線26と負極母線28にコンデンサ30Bによる端子間電圧Vcが作用する状態、即ち実施例の動力出力装置20の第1直流電源30に相当する直流電源が接続された状態となり、実施例の動力出力装置20と同様の構成とみなすことができる。この場合、モータ22の三相コイルにはインバータ回路24を構成するトランジスタT1～T6のスイッチング制御により擬似的な三相交流を供給すればよいから、その三相交流に直流成分を加えることもできる。即ち擬似的な三相交流の電位をプラス側またはマイナス側にオフセットするのである。このように直流成分を加えた三相交流をモータ22に供給すると、交流成分でモータ22は回転駆動し、直流成分で図7を用いて説明したようにコンデンサ30Bを充電することができる。即ち、モータ22を駆動すると同時にコンデンサ30Bを充電することができる。このとき、直流成分の大きさを調節することによりコンデンサ30Bの端子間電圧Vcを制御することができる。

【0033】したがって、この変形例の動力出力装置20Bでは、モータ22の三相コイルまたはインバータ回路24のいずれかの相に異常が生じたときには、実施例の動力出力装置20における相電流の制御をモータ22を駆動する交流成分の制御にコンデンサ30Bの端子間電圧Vcを制御するための直流成分の電流の制御を付加したものとすれば、実施例の動力出力装置20と同様に動作する。

【0034】以上の説明から、変形例の動力出力装置2

0Bでも実施例の動力出力装置20と同様に図5に例示する異常時トルク制御ルーチンを実行することができ、実施例の動力出力装置20が奏する効果を奏すことができる。また、変形例の動力出力装置20Bでは、モータ22の駆動に必要な電圧より低い第2直流電源32によりモータ22を駆動することができる。

【0035】次に、本発明の第2実施例の動力出力装置120について説明する。図8は、第2実施例の動力出力装置120の構成の概略を示す構成図である。第2実施例の動力出力装置120は、インバータ回路24の正極母線26と負極母線28とを第1直流電源30で接続していない点とインバータ回路24の正極母線26とモータ22の中性点とを第1直流電源130で接続している点とを除いて第1実施例の動力出力装置20と同一の構成をしている。したがって、第2実施例の動力出力装置120の構成のうち第1実施例の動力出力装置20の構成と同一の構成については同一の符号を付して、その説明は省略する。

【0036】第2実施例の動力出力装置120は、図示するように、インバータ回路24の正極母線26とモータ22の中性点とを接続する第1直流電源130と、インバータ回路24の負極母線28とモータ22の中性点とを接続する第2直流電源32とを備える。第1直流電源130と第2直流電源32は、インバータ回路24の正極母線26と負極母線28とを直列に接続するから、第1直流電源130の電圧V1と第2直流電源32の電圧V2の和の電圧の直流電源をインバータ回路24の正極母線26と負極母線28とを接続するよう取り付けると共に第2直流電源32をインバータ回路24の負極母線28とモータ22の中性点とを接続するよう取り付けた構成、即ち第1実施例の動力出力装置20と同一の構成とみなすことができる。

【0037】こうした説明から解るように、第2実施例の動力出力装置120は、第1実施例の動力出力装置20と等価な構成であるから、第1実施例の動力出力装置20と同様にモータ22を駆動することができる。

【0038】以上説明した第2実施例の動力出力装置120によれば、第1実施例の動力出力装置20と等価な構成であるから、第1実施例の動力出力装置20が奏する効果、即ちモータ22の三相コイルまたはインバータ回路24のいずれかの相に異常が生じたときでも、モータ22から連続したトルクを出力することができる効果やトルクリップルを生じさせないようにする効果および相電流の大きさを制御することによりモータトルクの大きさを制御することができる効果、トルク指令値T*を修正して用いることにより一相の異常に基づくトルク指令値T*とモータトルクとのギャップを小さくすることができる効果などを奏すことができる。

【0039】第2実施例の動力出力装置120では、インバータ回路24の正極母線26と負極母線28とに第

1直流電源130と第2直流電源32とを直列に接続したが、この構成に加えてインバータ回路24の正極母線26と負極母線28とに平滑用のコンデンサを設けるものとしてもよい。

【0040】第2実施例の動力出力装置120では、インバータ回路24の正極母線26とモータ22の中性点とを接続するよう第1直流電源130を取り付けたが、図9の変形例の動力出力装置120Bに示すように、インバータ回路24の正極母線26とモータ22の中性点とを接続するようコンデンサ130Bを取り付けるものとしてもよい。図10は、モータ22の三相コイルのu相に着目した変形例の動力出力装置120Bの回路図である。いま、トランジスタT2をオンとした状態を考えると、この状態では、図中破線矢印で示す短絡回路が形成され、モータ22の三相コイルのu相はリアクトルとして機能する。この状態からトランジスタT2をオフすると、リアクトルとして機能している三相コイルのu相に蓄えられたエネルギーは、図中実線矢印で示す充電回路によりコンデンサ130Bに蓄えられる。一方、この回路でトランジスタT1をオンとした状態からオフすることにより同様にコンデンサ130Bの電位を用いて第2直流電源32を充電することもできる。この回路は、第2直流電源32のエネルギーをコンデンサ130Bに蓄えると共にコンデンサ130Bの電位を用いて第2直流電源32を充電可能なチョッパ回路とみなすことができる。モータ22の三相コイルのvw相も、u相と同様にチョッパ回路とみなすことができるから、トランジスタT1～T6をオンオフすることにより、コンデンサ130Bを充電したり、コンデンサ130Bの電位を用いて第2直流電源32を充電することができる。

【0041】こうした充電によりコンデンサ130Bの端子間には電位差が生じるが、その電位差はコンデンサ130Bに蓄えられる電荷の量、即ちリアクトルに流す電流を調節することにより制御することができる。したがって、コンデンサ130Bの端子間電圧Vcを第2直流電源32の電圧V2と同一にすることができる。このように、コンデンサ130Bの端子間電圧Vcを第2直流電源32の電圧V2とすれば、図9に例示する変形例の動力出力装置120Bでは、正極母線26とモータ22の中性点にコンデンサ130Bによる端子間電圧Vcが作用する状態、即ち第2実施例の動力出力装置120の第1直流電源130に相当する直流電源が接続された状態となり、第2実施例の動力出力装置120と同様にモータ22を駆動することができる。

【0042】この変形例の動力出力装置120Bでは、インバータ回路24の正極母線26とモータ22の中性点とを接続するようコンデンサ130Bを取り付けると共にインバータ回路24の負極母線28とモータ22の中性点とを接続するよう第2直流電源32を取り付けたが、インバータ回路24の正極母線26とモータ22の

中性点とを接続するよう第2直流電源32を取り付けると共にインバータ回路24の負極母線28とモータ22の中性点とを接続するようコンデンサ130Bを取り付けるものとしてもよい。

【0043】第1実施例の動力出力装置20や第2実施例の動力出力装置120およびその変形例では、モータ22を三相交流で駆動するものとして構成したが、n相交流で駆動するものとして構成してもよい。この構成では、いずれか一相に異常が生じたときには、相電流の位相角差を180/n度とすることによりトルクリップルが生じないようになることができる。

【0044】第1実施例の動力出力装置20や第2実施例の動力出力装置120およびその変形例では、モータ22として三相交流で駆動する同期発電電動機を用いたが、多相交流で駆動する如何なるタイプの電動機を用いるものとしてもよい。

【0045】以上、本発明の実施の形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例である動力出力装置20の構成の概略を示す構成図である。

【図2】 w相に異常が生じているときにu相とv相に流す電流の位相角差に対するモータ22の中性点電流やモータ22の平均トルク、トルクリップルを例示する説明図である。

【図3】 w相に異常が生じて際に相電流の位相角差を60度としたときのu相電流とv相電流と中性点電流の時間経過に伴う波形を例示するグラフである。

【図4】 w相に異常が生じて際に相電流の位相角差を60度としたときのu相トルクとv相トルクとモータトルクの時間経過に伴う波形を例示するグラフである。

【図5】 実施例の動力出力装置20の電子制御ユニット40により実行される異常時トルク制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【図6】 変形例の動力出力装置20Bの構成の概略を示す構成図である。

【図7】 モータ22の三相コイルのu相に着目した変形例の動力出力装置20Bの回路図である。

【図8】 本発明の第2実施例の動力出力装置120の構成の概略を示す構成図である。

【図9】 変形例の動力出力装置120Bの構成の概略を示す構成図である。

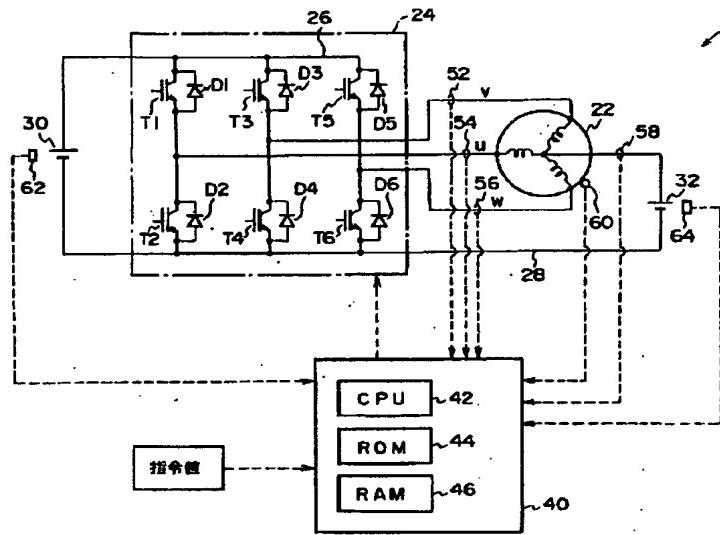
【図10】 モータ22の三相コイルのu相に着目した変形例の動力出力装置120Bの回路図である。

【符号の説明】

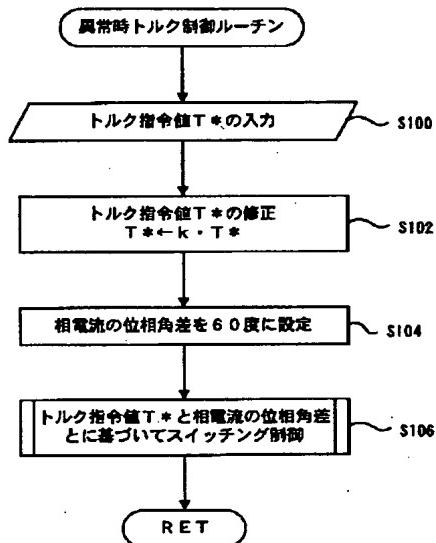
20, 20B, 120, 120B 動力出力装置、22
モータ、24 インバータ回路、26 正極母線、2

8 負極母線、30, 130 第1直流電源、30B, * RAM, 52~58 電流センサ、60回転角センサ、
130B コンデンサ、32 第2直流電源、40 電 62, 64 電圧センサ、T1~T6 トランジスタ、
子制御ユニット、42 CPU、44 ROM、46 * D1~D6 ダイオード。

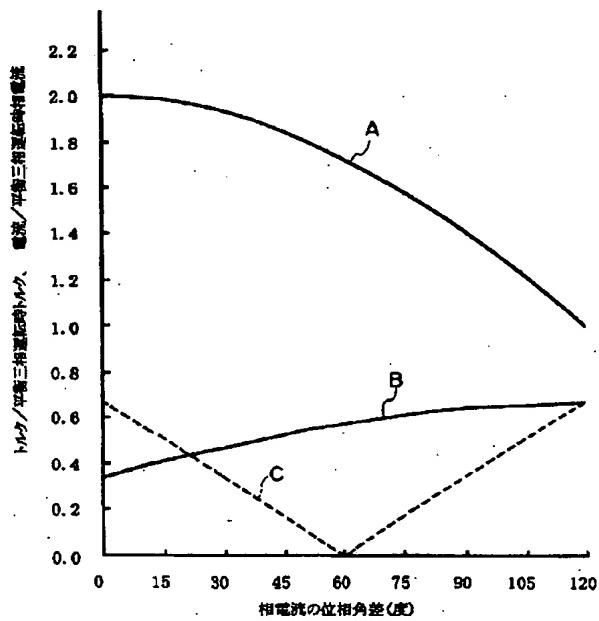
【図1】



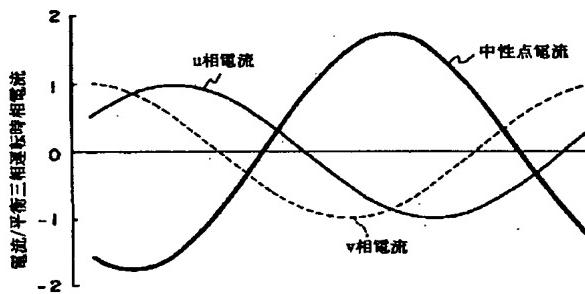
【図5】



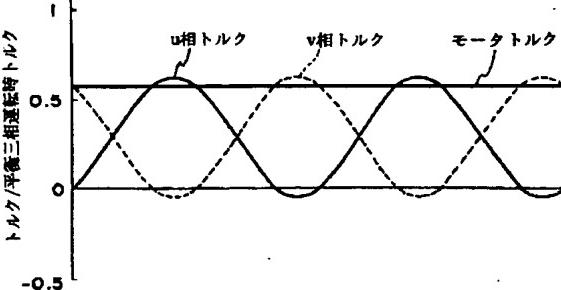
【図2】



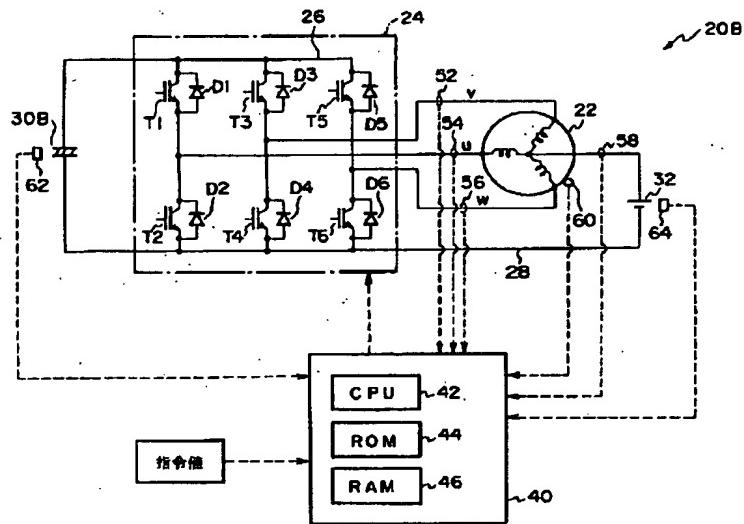
【図3】



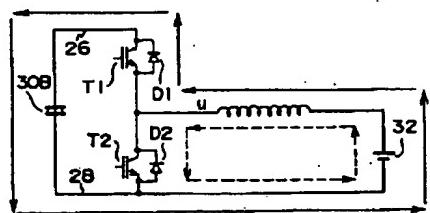
【図4】



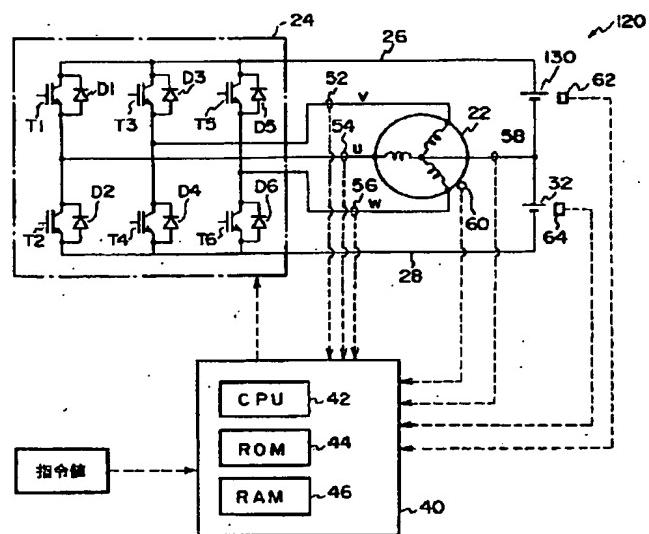
【図6】



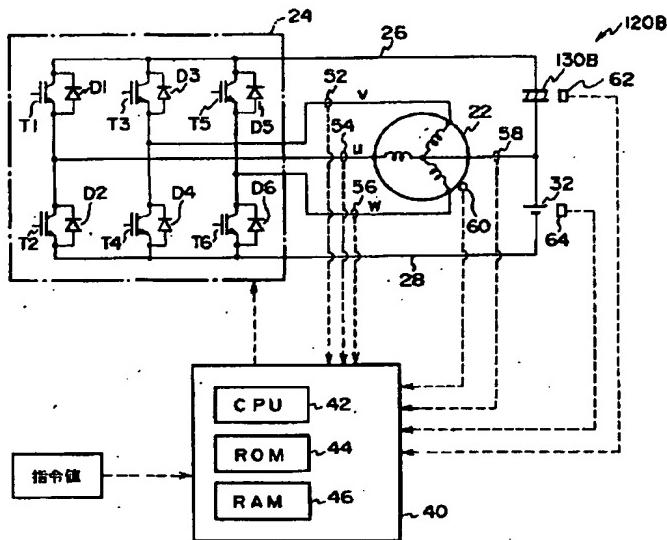
【図7】



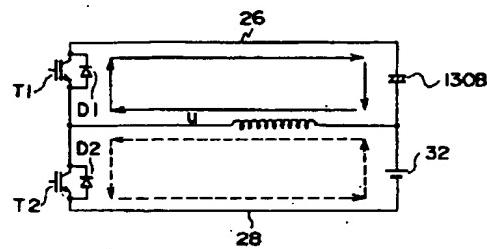
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 村本 純和
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 小松 雅行
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 守屋 一成
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 大谷 裕樹
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 稲熊 幸雄
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

F ターム(参考) 5H007 AA17 BB06 CA01 CB05 CC01
CC09 DA05 DB01 DB12 DC02
DC05 FA04 FA13
5H560 AA08 BB04 BB07 BB12 EB01
RR01 SS02 UA02
5H570 AA21 BB06 BB09 CC04 DD04
HA09 JJ03 LL02 LL03 LL15
MM10